

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-314243

(43)Date of publication of application : 06.11.2003

(51)Int.Cl.

F01N 3/02
 F01N 3/08
 F01N 3/10
 F01N 3/20
 F01N 3/24
 F01N 3/28
 F01N 3/36
 F02D 9/06
 // B01D 46/44

(21)Application number : 2002-121159

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 23.04.2002

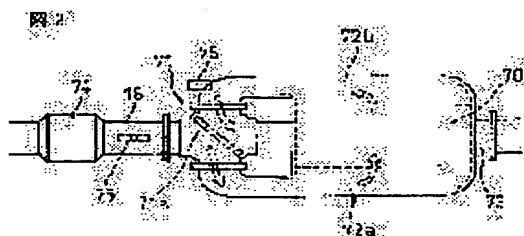
(72)Inventor : NAKATANI KOICHIRO
 HIROTA SHINYA
 HENDA YOSHIMITSU
 ITO KAZUHIRO
 ASANUMA TAKAMITSU
 KIMURA KOICHI
 TOSHIOKA TOSHISUKE
 NAKANO YASUAKI
 KENJO AKIRA

(54) EXHAUST-EMISSION CONTROL DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce energy consumption in a treatment for restoring from S-poisoning in a SOX-trap equipment in an exhaust-emission control device of an internal combustion engine provided with an exhaust throttle-valve for exhaust brake.

SOLUTION: The exhaust-emission control device comprises: a particulate filter 70 carrying an active oxygen-releasing agent capable of S-poisoning; a SOX-trap means 74 placed upstream of the filter; and a bypass means 71 for bypassing exhaust gas around the particulate filter in order to release SOX from the SOX-trap means. In this case, the throttle valve 76 for exhaust brake is placed between the SOX-trap means and an exhaust gas-branching part of the bypass means.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

15.12.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
 examiner's decision of rejection or application converted
 registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-314243

(P2003-314243A)

(43) 公開日 平成15年11月6日 (2003.11.6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト [*] (参考)
F 0 1 N 3/02	3 2 1	F 0 1 N 3/02	3 2 1 A 3 G 0 6 5
	3 0 1		3 0 1 C 3 G 0 9 0
	3 2 1		3 2 1 J 3 G 0 9 1
3/08		3/08	A 4 D 0 5 8
			B
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 17 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2002-121159(P2002-121159)

(22) 出願日 平成14年4月23日 (2002.4.23)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 中谷 好一郎

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 広田 信也

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外2名)

最終頁に続く

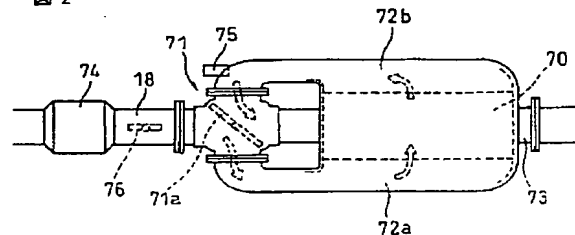
(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【要約】

【課題】 排気ブレーキのための排気絞り弁を具備する内燃機関の排気浄化装置において、 SO_x 捕集装置のS被毒回復処理におけるエネルギー消費を低減することである。

【解決手段】 S被毒可能な活性酸素放出剤を担持するパティキュレートフィルタ70と、パティキュレートフィルタの上流側に配置された SO_x 捕集手段74と、 SO_x 捕集手段から SO_x を放出させる際には排気ガスが主にパティキュレートフィルタをバイパスするようにするバイパス手段71とを具備する内燃機関の排気浄化装置において、排気ブレーキのための排気絞り弁76を SO_x 捕集手段とバイパス手段の排気ガス分岐部との間に配置する。

図 2



【特許請求の範囲】

【請求項1】 S被毒可能な活性酸素放出剤を担持するバティキュレートフィルタと、前記バティキュレートフィルタの上流側に配置されたSO_x捕集手段と、前記SO_x捕集手段からSO_xを放出させる際には排気ガスが主に前記バティキュレートフィルタをバイパスするようにするバイパス手段とを具備する内燃機関の排気浄化装置において、排気ブレーキのための排気絞り弁を前記SO_x捕集手段と前記バイパス手段の排気ガス分岐部との間に配置することを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】 前記活性酸素放出剤は、周囲に過剰酸素が存在するとNO_xを酸素と結合させて保持しかつ周囲の酸素濃度が低下すると結合させたNO_x及び酸素をNO_xと活性酸素とに分解して放出するものであり、前記SO_x捕集装置からSO_xを放出させる際には、前記排気絞り弁を閉弁側へ作動させると共に前記バイパス手段によって排気ガスが主に前記バティキュレートフィルタをバイパスするようにし、さらに、前記バティキュレートフィルタが配置された排気通路における前記バイパス手段の排気ガス分岐部と排気ガス合流部との間において燃料を供給して前記バティキュレートフィルタの周囲の酸素濃度を低下させ、前記バティキュレートフィルタからNO_xを放出させることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の排気浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】ディーゼルエンジンの排気ガス中には煤を主成分とするバティキュレートが含まれており、このバティキュレートを大気中へ放出しないことが望まれている。そのために、機関排気系にバティキュレートを捕集するバティキュレートフィルタを配置することが提案されている。

【0003】バティキュレートフィルタによってバティキュレートを捕集すると、捕集バティキュレートによってバティキュレートフィルタの排気抵抗が徐々に増加するために、大幅に排気抵抗が増加する以前に捕集バティキュレートを除去することが必要となる。そのための手段として、特開2001-271633号公報には、周囲に過剰酸素が存在するとNO_xを酸素と結合させて保持しかつ周囲の酸素濃度が低下すると結合させたNO_x及び酸素をNO_xと活性酸素とに分解して放出する活性酸素放出剤をバティキュレートフィルタに担持させることが提案されている。活性酸素放出剤から放出される活性酸素は、捕集バティキュレートをバティキュレートフィルタ上で比較的良好に酸化することができ、こうして、自動的に捕集バティキュレートの除去が可能となる。また、ディーゼルエンジンの排気ガス中に含まれる

NO_xも大気中へ放出しないことが望ましく、このバティキュレートフィルタを使用することにより、排気ガス中のNO_xは活性酸素放出剤に吸蔵されNO_xの大気放出も抑制することができる。

【0004】ところで、前述の活性酸素放出剤は、排気ガス中のSO_xもNO_xと同様なメカニズムで保持してしまう。こうして保持されたSO_xは、NO_xのように周囲の酸素濃度を低下させただけでは放出されないために、バティキュレートフィルタの活性酸素放出剤におけるSO_xの保持量は増加する一方となる。SO_xの保持量が増加すると（以下、S被毒と称する）、その分NO_xを保持することができなくなる。前述のバティキュレートフィルタは、バティキュレートの酸化除去と共にNO_xを浄化することを意図しており、こうしてSO_x被毒によってNO_xを保持することができなくなると、NO_x浄化が不十分となる。

【0005】バティキュレートフィルタのS被毒を回復するためには、周囲の酸素濃度を低下させると共にバティキュレートフィルタを高温にすれば良いが、バティキュレートフィルタの容量は比較的大きく、これを全体的に高温に加熱するためには多量のエネルギーが必要となる。また、また、バティキュレートフィルタを高温とすると、担持した活性酸素放出剤及び貴金属触媒が熱劣化してしまう。

【0006】それにより、バティキュレートフィルタをS被毒させないことが好ましく、特開2001-27114号公報には、触媒装置のS被毒を防止するために、触媒装置の上流側にSO_x捕集手段を配置して触媒装置へ流入する以前に排気ガス中のSO_xを捕集することが提案されている。いずれのSO_x捕集手段を使用しても無限にSO_xを捕集し続けることはできず、所定量のSO_xを捕集した時点でSO_x捕集手段からSO_xを放出することが必要となるが、この時には、放出されたSO_xが触媒装置へ流入しないように排気ガスが触媒装置をバイパスするようにすることも提案されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】もちろん、SO_x捕集手段からSO_xを放出させる際には、SO_x捕集手段全体を加熱する必要がある。SO_x捕集手段は、SO_xを捕集することだけを目的とするために、バティキュレートフィルタに比較して小さな容量しか有しておらず、全体を加熱するとしてもバティキュレートフィルタ全体を加熱するよりエネルギー消費を低減することができる。しかしながら、SO_x捕集手段全体を加熱するには依然として比較的大きなエネルギー消費が必要となる。

【0008】従って、本発明の目的は、排気ブレーキのための排気絞り弁を具備する内燃機関の排気浄化装置において、SO_x捕集装置のS被毒回復処理におけるエネルギー消費を低減することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明による請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置は、S被毒可能な活性酸素放出剤を担持するパティキュレートフィルタと、前記パティキュレートフィルタの上流側に配置されたSO_x捕集手段と、前記SO_x捕集手段からSO_xを放出させる際には排気ガスが主に前記パティキュレートフィルタをバイパスするようにするバイパス手段とを具備する内燃機関の排気浄化装置において、排気ブレーキのための排気絞り弁を前記SO_x捕集手段と前記バイパス手段の排気ガス分岐部との間に配置することを特徴とする。

【0010】また、本発明による請求項2に記載の内燃機関の排気浄化装置は、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記活性酸素放出剤は、周囲に過剰酸素が存在するとNO_xを酸素と結合させて保持しかつ周囲の酸素濃度が低下すると結合させたNO_x及び酸素をNO_xと活性酸素とに分解して放出するものであり、前記SO_x捕集装置からSO_xを放出させる際には、前記排気絞り弁を閉弁側へ作動させると共に前記バイパス手段によって排気ガスが主に前記パティキュレートフィルタをバイパスするようにし、さらに、前記パティキュレートフィルタが配置された排気通路における前記バイパス手段の排気ガス分岐部と排気ガス合流部との間において燃料を供給して前記パティキュレートフィルタの周囲の酸素濃度を低下させ、前記パティキュレートフィルタからNO_xを放出させることを特徴とする。

【0011】

【発明の実施の形態】図1は、本発明による排気浄化装置を備える4ストロークディーゼルエンジンの概略縦断面図を示しており、図2は図1のディーゼルエンジンにおける燃焼室の拡大縦断面図であり、図3は図1のディーゼルエンジンにおけるシリンダヘッドの底面図である。図1から図3を参照すると、1は機関本体、2はシリンダブロック、3はシリンダヘッド、4はピストン、5aはピストン4の頂面上に形成されたキャビティ、5はキャビティ5a内に形成された燃焼室、6は電気制御式燃料噴射弁、7は一对の吸気弁、8は吸気ポート、9は一对の排気弁、10は排気ポートを夫々示す。吸気ポート8は対応する吸気枝管11を介してサージタンク12に連結され、サージタンク12は吸気ダクト13を介してエアクリーナ14に連結される。吸気ダクト13内には電気モータ15により駆動されるスロットル弁16が配置される。一方、排気ポート10は排気マニホルド17を介して排気管18へ接続される。

【0012】図1に示されるように排気マニホルド17内には空燃比センサ21が配置される。排気マニホルド17とサージタンク12とはEGR通路22を介して互いに連結され、EGR通路22内には電気制御式EGR制御弁23が配置される。また、EGR通路22回りにはEGR通路22内を流れるEGRガスを冷却するための冷却装置24が配置される。図1に示される実施例で

は機関冷却水が冷却装置24内に導かれ、機関冷却水によってEGRガスが冷却される。

【0013】一方、各燃料噴射弁6は燃料供給管25を介して燃料リザーバ、いわゆるコモンレール26に連結される。このコモンレール26内へは電気制御式の吐出量可変な燃料ポンプ27から燃料が供給され、コモンレール26内に供給された燃料は各燃料供給管25を介して燃料噴射弁6に供給される。コモンレール26にはコモンレール26内の燃料圧を検出するための燃料圧センサ28が取付けられ、燃料圧センサ28の出力信号に基づいてコモンレール26内の燃料圧が目標燃料圧となるように燃料ポンプ27の吐出量が制御される。

【0014】30は電子制御ユニットであり、空燃比センサ21の出力信号と、燃料圧センサ28の出力信号とが入力される。また、アクセルペダル40にはアクセルペダル40の踏み込み量Lに比例した出力電圧を発生する負荷センサ41が接続され、電子制御ユニット30には、負荷センサ41の出力信号も入力され、さらに、クランクシャフトが例えば30°回転する毎に出力パルスを発生するクランク角センサ42の出力信号も入力される。こうして、電子制御ユニット30は、各種信号に基づき、燃料噴射弁6、電気モータ15、EGR制御弁23、燃料ポンプ27、及び、排気管18に配置された切換弁71aを作動する。切換弁71aに関しては後述する。

【0015】図2は本実施例の排気浄化装置を示す平面図であり、図3はその側面図である。本排気浄化装置は、排気マニホルド17の下流側に排気管18を介して接続された切換部71と、パティキュレートフィルタ70と、パティキュレートフィルタ70の一方側と切換部71とを接続する第一接続部72aと、パティキュレートフィルタ70の他方側と切換部71とを接続する第二接続部72bと、切換部71の下流側の排気通路73とを具備している。切換部71は、切換部71内で排気流れを遮断することを可能とする弁体71aを具備している。弁体71aは、負圧アクチュエータ又はステップモータ等によって駆動される。弁体71aの第一遮断位置において、切換部71内の上流側が第一接続部72aと連通されると共に切換部71内の下流側が第二接続部72bと連通され、排気ガスは、図2に矢印で示すように、パティキュレートフィルタ70の一方側から他方側へ流れる。

【0016】また、図4は、弁体71aの第二遮断位置を示している。この遮断位置において、切換部71内の上流側が第二接続部72bと連通されると共に切換部71内の下流側が第一接続部72aと連通され、排気ガスは、図4に矢印で示すように、パティキュレートフィルタ70の他方側から一方側へ流れる。こうして、弁体71aを第一遮断位置及び第二遮断位置の一方から他方へ切り換えることによって、パティキュレートフィルタ7

0へ流入する排気ガスの方向を逆転することができ、すなわち、パティキュレートフィルタ70の排気上流側と排気下流側とを逆転することが可能となる。また、図5は、第一遮断位置と第二遮断位置との間の弁体71aの開放位置を示している。この開放位置において、切換部71内は遮断されることがなく、排気ガスは、図5に矢印で示すように、パティキュレートフィルタ70をバイパスして流れる。これは、排気ガスがバイパス通路を通過することを意味し、バイパス通路は、一般的に、パティキュレートフィルタが位置する排気通路から排気ガス分岐部を介してパティキュレートフィルタの上流側において分岐し、排気通路へ排気ガス合流部を介してパティキュレートフィルタの下流側において合流する。本実施例においては、切換部71の排気管18側開口が排気ガス分岐部となり、切換部71の下流側排気通路73側開口が排気ガス合流部となっている。

【0017】排気管18には SO_x 捕集装置74が配置され、第二接続部72bには必要に応じて燃料を噴射可能な燃料供給装置75が配置され、また、 SO_x 捕集装置74と切換部71の排気管18側開口との間には、排気絞り弁76が配置されており、これらに関して詳しくは後述する。

【0018】このように、本排気浄化装置は、非常に簡単な構成によって、弁体71aを二つの遮断位置の一方から他方へ切り換えることによりパティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転することが可能となると共に、弁体71aを開放位置とすれば、排気ガスがパティキュレートフィルタ70をバイパスすることが可能となる。

【0019】また、パティキュレートフィルタにおいては、排気ガスの流入を容易にするために大きな開口面積が必要とされるが、本排気浄化装置では、車両搭載性を悪化させることなく、図2及び図3に示すように大きな開口面積を有するパティキュレートフィルタを使用可能である。

【0020】図6にパティキュレートフィルタ70の構造を示す。なお、図6において、(A)はパティキュレートフィルタ70の正面図であり、(B)は側面断面図である。これらの図に示すように、本パティキュレートフィルタ70は、長円正面形状を有し、例えば、コージライトのような多孔質材料から形成されたハニカム構造をなすウォールフロー型であり、多数の軸線方向に延在する隔壁54によって細分された多数の軸線方向空間を有している。隣接する二つの軸線方向空間において、栓53によって、一方は排気下流側で閉鎖され、他方は排気上流側で閉鎖される。こうして、隣接する二つの軸線方向空間の一方は排気ガスの流入通路50となり、他方は流出通路51となり、排気ガスは、図6(B)に矢印で示すように、必ず隔壁54を通過する。排気ガス中のパティキュレートは、隔壁54の細孔の大きさに比較し

て非常に小さいものであるが、隔壁54の排気上流側表面及び隔壁54内の細孔表面上に衝突して捕集される。こうして、各隔壁54は、パティキュレートを捕集する捕集壁として機能する。本パティキュレートフィルタ70において、捕集されたパティキュレートを酸化除去するために、隔壁54の両側表面上、及び、好ましくは隔壁54内の細孔表面上にもアルミナ等を使用して以下に説明する活性酸素放出剤と貴金属触媒とが担持されている。

10 【0021】活性酸素放出剤とは、活性酸素を放出することによってパティキュレートの酸化を促進するものであり、好ましくは、周囲に過剰酸素が存在すると酸素を取込んで酸素を保持しかつ周囲の酸素濃度が低下すると保持した酸素を活性酸素の形で放出するものである。

【0022】貴金属触媒としては、通常、白金Ptが用いられており、活性酸素放出剤としてカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCs、ルビジウムRbのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCa、ストロンチウムSrのようなアルカリ土類金属、ランタンLa、イットリウムYのような希土類、および遷移金属から選ばれた少なくとも一つが用いられている。

【0023】なお、この場合、活性酸素放出剤としては、カルシウムCaよりもイオン化傾向の高いアルカリ金属又はアルカリ土類金属、即ちカリウムK、リチウムLi、セシウムCs、ルビジウムRb、バリウムBa、ストロンチウムSrを用いることが好ましい。

【0024】次に、このような活性酸素放出剤を担持するパティキュレートフィルタによって、捕集されたパティキュレートがどのように酸化除去されるかについて、白金PtおよびカリウムKの場合を例にとって説明する。他の貴金属、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類、遷移金属を用いても同様なパティキュレート除去作用が行われる。

【0025】ディーゼルエンジンでは通常空気過剰のもとで燃焼が行われ、従って排気ガスは多量の過剰空気を含んでいる。即ち、吸気通路および燃焼室内に供給された空気と燃料との比を排気ガスの空燃比と称すると、この空燃比はリーンとなっている。また、燃焼室内ではNOが発生するので排気ガス中にはNOが含まれている。また、燃料中にはイオウSが含まれており、このイオウSは燃焼室内で酸素と反応して SO_x となる。従って排気ガス中には SO_x が含まれている。従って過剰酸素、NOおよび SO_x を含んだ排気ガスがパティキュレートフィルタ70の排気上流側へ流入することになる。

【0026】図7(A)および(B)はパティキュレートフィルタ70における排気ガス接触面の拡大図を模式的に表わしている。なお、図7(A)および(B)において60は白金Ptの粒子を示しており、61はカリウムKを含んでいる活性酸素放出剤を示している。

【0027】上述したように排気ガス中には多量の過剰酸素が含まれているので排気ガスがパティキュレートフィルタの排ガス接触面内に接触すると、図7(A)に示されるようにこれら酸素 O_2 が O_2^- 又は O^{2-} の形で白金Ptの表面に付着する。一方、排気ガス中のNOは白金Ptの表面上で O_2^- 又は O^{2-} と反応し、 NO_2 となる

($2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$)。次いで生成された NO_2 の一部は白金Pt上で酸化されつつ活性酸素放出剤61内に吸収され、カリウムKと結合しながら図7(A)に示されるように硝酸イオン NO_3^- の形で活性酸素放出剤61内に拡散し、硝酸カリウム KNO_3 を生成する。このようにして、本実施例では、排気ガスに含まれる NO をパティキュレートフィルタ70に吸収し、大気中への放出量を大幅に減少させることができる。

【0028】一方、上述したように排気ガス中には SO_x も含まれており、この SO_x も NO と同様なメカニズムによって活性酸素放出剤61内に吸収される。即ち、上述したように酸素 O_2 が O_2^- 又は O^{2-} の形で白金Ptの表面に付着しており、排気ガス中の SO_x は白金Ptの表面上で O_2^- 又は O^{2-} と反応して SO_3 となる。次いで生成された SO_3 の一部は白金Pt上で更に酸化されつつ活性酸素放出剤61内に吸収され、カリウムKと結合しながら硫酸イオン SO_4^{2-} の形で活性酸素放出剤61内に拡散し、硫酸カリウム K_2SO_4 を生成する。このようにして活性酸素放出触媒61内には硝酸カリウム KNO_3 、および硫酸カリウム K_2SO_4 が生成される。

【0029】排気ガス中のパティキュレートは、図7(B)において62で示されるように、パティキュレートフィルタに担持された活性酸素放出剤61の表面上に付着する。この時、パティキュレート62と活性酸素放出剤61との接触面では酸素濃度が低下する。酸素濃度が低下すると酸素濃度の高い活性酸素放出剤61内との間で濃度差が生じ、斯くして活性酸素放出剤61内の酸素がパティキュレート62と活性酸素放出剤61との接触面に向けて移動しようとする。その結果、活性酸素放出剤61内に形成されている硝酸カリウム KNO_3 がカリウムKと酸素OとNOとに分解され、酸素Oがパティキュレート62と活性酸素放出剤61との接触面に向かい、NOが活性酸素放出剤61から外部に放出される。外部に放出されたNOは下流側の白金Pt上において酸化され、再び活性酸素放出剤61内に吸収される。もちろん、パティキュレートフィルタ70の近傍雰囲気における空燃比が理論空燃比又はリッチとされても、活性酸素放出剤から活性酸素及びNOが放出される。

【0030】一方、パティキュレート62と活性酸素放出剤61との接触面に向かう酸素Oは硝酸カリウム KNO_3 のような化合物から分解された酸素である。化合物から分解された酸素Oは高いエネルギーを有しており、極めて高い活性を有する。従ってパティキュレート62と活性酸素放出剤61との接触面に向かう酸素は活性酸素

Oとなっている。これら活性酸素Oがパティキュレート62に接触するとパティキュレート62は数分から数十分の短時間で輝炎を発することなく酸化せしめられる。また、パティキュレート62を酸化する活性酸素Oは、活性酸素放出剤61へNOが吸収される時にも放出される。また、 NO_x は酸素原子の結合及び分離を繰り返しつつ活性酸素放出剤61内において硝酸イオン NO_3^- の形で拡散するものと考えられ、この間にも活性酸素が発生する。パティキュレート62はこの活性酸素によっても酸化せしめられる。また、このようにパティキュレートフィルタ70上に付着したパティキュレート62は活性酸素Oによって酸化せしめられるがこれらパティキュレート62は排気ガス中の酸素によっても酸化せしめられる。

【0031】ところで白金Pt及び活性酸素放出剤61はパティキュレートフィルタの温度が高くなるほど活性化するので単位時間当りに活性酸素放出剤61から放出される活性酸素Oの量はパティキュレートフィルタの温度が高くなるほど増大する。また、当然のことながら、パティキュレート自身の温度が高いほど酸化除去され易くなる。従ってパティキュレートフィルタ上において単位時間当りに輝炎を発することなくパティキュレートを酸化除去可能な酸化除去可能微粒子量はパティキュレートフィルタの温度が高くなるほど増大する。

【0032】図8の実線は単位時間当りに輝炎を発することなく酸化除去可能な酸化除去可能微粒子量Gを示しており、図8において横軸はパティキュレートフィルタの温度TFを示している。なお、図8は単位時間を1秒とした場合の、すなわち、1秒当たりの酸化除去可能微粒子量Gを示しているがこの単位時間としては、1分、10分等任意の時間を採用することができる。例えば、単位時間として10分を用いた場合には単位時間当たりの酸化除去可能微粒子量Gは10分間当たりの酸化除去可能微粒子量Gを表わすことになり、この場合でもパティキュレートフィルタ70上において単位時間当りに輝炎を発することなく酸化除去可能な酸化除去可能微粒子量Gは図8に示されるようにパティキュレートフィルタ70の温度が高くなるほど増大する。

【0033】さて、単位時間当りに燃焼室から排出されるパティキュレートの量を排出微粒子量Mと称するとこの排出微粒子量Mが酸化除去可能微粒子量Gよりも少ないとき、例えば、1秒当たりの排出微粒子量Mが1秒当たりの酸化除去可能微粒子量Gよりも少ないとき、或いは10分当たりの排出微粒子量Mが10分当たりの酸化除去可能微粒子量Gよりも少ないとき、即ち図8の領域Iでは燃焼室から排出された全てのパティキュレートがパティキュレートフィルタ70上において輝炎を発することなく順次短時間のうちに酸化除去せしめられる。これに対し、排出微粒子量Mが酸化除去可能微粒子量Gよりも多いとき、即ち図8の領域IIでは全てのパティキュ

レートで順次酸化するには活性酸素量が不足している。図9(A)～(C)はこのような場合におけるパティキュレートの酸化の様子を示している。

【0034】即ち、全てのパティキュレートを酸化するには活性酸素量が不足している場合には図9(A)に示すようにパティキュレート62が活性酸素放出剤61上に付着するとパティキュレート62の一部のみが酸化され、十分に酸化されなかったパティキュレート部分がパティキュレートフィルタの排気上流側表面上に残留する。次いで活性酸素量が不足している状態が継続すると次から次へと酸化されなかったパティキュレート部分が排気上流側表面上に残留し、その結果図9(B)に示されるようにパティキュレートフィルタの排気上流側表面が残留パティキュレート部分63によって覆われるようになる。

【0035】このような残留パティキュレート部分63は、次第に酸化され難いカーボン質に変質し、また、排気上流側表面が残留パティキュレート部分63によって覆われると白金PtによるNO、SO₂の酸化作用及び活性酸素放出剤61による活性酸素の放出作用が抑制される。それにより、時間を掛ければ徐々に残留パティキュレート部分63を酸化させることができるが、図9(C)に示されるように残留パティキュレート部分63の上に別のパティキュレート64が次から次へと堆積する。即ち、パティキュレートが積層状に堆積すると、これらパティキュレートは、白金Ptや活性酸素放出剤から距離を隔てているために、例えば酸化され易いパティキュレートであっても活性酸素によって酸化されることはない。従ってこのパティキュレート64上に更に別のパティキュレートが次から次へと堆積する。即ち、排出微粒子量Mが酸化除去可能微粒子量Gよりも多い状態が継続するとパティキュレートフィルタ上にはパティキュレートが積層状に堆積してしまう。

【0036】このように図8の領域Iではパティキュレートはパティキュレートフィルタ上において輝炎を発生することなく短時間のうちに酸化せしめられ、図8の領域IIではパティキュレートがパティキュレートフィルタ上に積層状に堆積する。従って、排出微粒子量Mと酸化除去可能微粒子量Gとの関係を領域Iにすれば、パティキュレートフィルタ上へのパティキュレートの堆積を防止することができる。その結果、パティキュレートフィルタ70における排気ガス流の圧損は全くと言っていいほど変化することなくほぼ一定の最小圧損値に維持される。斯くして機関の出力低下を最小限に維持することができる。しかしながら、これが常に実現されるとは限らず、何もしなければパティキュレートフィルタにはパティキュレートが堆積することがある。

【0037】本実施例では、前述の電子制御ユニット30により図10に示すフローチャートに従って弁体71aを作動制御することにより、パティキュレートフィルタへのパティキュレートの堆積を防止している。本フロ

ーチャートは所定時間毎に繰り返される。まず、ステップ101において、弁体71aの切り換え時期であるか否かが判断される。切り換え時期は、設定時間又は設定走行距離毎とされている。この判断が否定される時にはそのまま終了するが、肯定される時には、ステップ102へ進み、弁体71aを現在の遮断位置から他方の遮断位置へ回動させる。

【0038】図11は、パティキュレートフィルタの隔壁54の拡大断面図である。前述したように、排気ガスが主に衝突する隔壁54の排気上流側表面及び細孔内の排気ガス流対向面は、一方の捕集面としてパティキュレートを衝突捕集し、活性酸素放出剤により放出された活性酸素によって捕集パティキュレートを酸化除去するが、設定時間又は設定走行距離を走行する間には、図8の領域IIでの運転が実施されることもあり、図11

(A)に格子で示すように、酸化除去が不十分となってパティキュレートが残留することがある。この程度のパティキュレートの堆積に伴うパティキュレートフィルタの排気抵抗は車両走行に悪影響を与えるほどではないが、さらにパティキュレートが堆積すれば、何らかの要因によって堆積パティキュレートが一度に着火燃焼した場合に多量の燃焼熱が発生してパティキュレートフィルタが溶損したり、また、機関出力の大幅な低下等の問題を発生する。しかしながら、この時点でパティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とが逆転されれば、隔壁54の一方の捕集面に残留するパティキュレート上には、さらにパティキュレートが堆積することではなく、一方の捕集面から放出される活性酸素によって残留パティキュレートは徐々に酸化除去される。また、隔壁の細孔内に残留するパティキュレートは、逆方向の排気ガス流によって、図11(B)に示すように、容易に破壊されて細分化され、下流側へ移動する。

【0039】それにより、細分化された多くのパティキュレートは、隔壁の細孔内に分散し、すなわち、パティキュレートは流動することにより、隔壁の細孔内表面に担持させた活性酸素放出剤と直接的に接触して酸化除去される機会が多くなる。こうして、隔壁の細孔内にも活性酸素放出剤を担持させることで、残留パティキュレートを格段に酸化除去させ易くなる。さらに、この酸化除去に加えて、排気ガスの逆流によって上流側となった隔壁54の他方の捕集面、すなわち、現在において排気ガスが主に衝突する隔壁54の排気上流側表面及び細孔内の排気ガス流対向面（一方の捕集面とは反対側の関係となる）では、排気ガス中の新たなパティキュレートが付着して活性酸素放出剤から放出された活性酸素によって酸化除去される。これらの酸化除去の際に活性酸素放出剤から放出された活性酸素の一部は、排気ガスと共に下流側へ移動し、排気ガスの逆流によっても依然として残留するパティキュレートを酸化除去する。

【0040】すなわち、隔壁における一方の捕集面の残

留バティキュレートには、この捕集面から放出される活性酸素に加えて、排気ガスの逆流によって隔壁の他方の捕集面でのバティキュレートの酸化除去に使用された残りの活性酸素が排気ガスによって到来する。それにより、弁体の切り換え時点において、隔壁の一方の捕集面にある程度バティキュレートが積層状に堆積していたとしても、排気ガスを逆流させれば、残留バティキュレート上に堆積するバティキュレートへも活性酸素が到来することに加えて、さらにバティキュレートが堆積することはないために、堆積バティキュレートは徐々に酸化除去され、次の逆流までに、ある程度の時間があれば、この間で十分に酸化除去可能である。こうして、バティキュレートの捕集に一方の捕集面と他方の捕集面とを交互に使用することにより、各捕集面によって捕集されるバティキュレート量は、常に一つの捕集面を使用する場合に比較してかなり少なくなるために、捕集バティキュレートの酸化除去に有利である。

【0041】弁体の切り換えは、設定時間又は設定走行距離毎のように定期的を実施しなくても不定期に実施するようにしても良い。また、機関減速時毎に弁体を切り換えるようにしても良い。機関減速時の判断には、運転者が車両の減速を意図する動作、例えば、アクセルペダルの開放、ブレーキペダルの踏み込み、及びフューエルカット等のいずれかを検出することが利用可能である。本実施例において、弁体71aを第一遮断位置及び第二遮断位置の一方から他方へ切り換える際には、弁体71aが開放位置を通過して、この時に一部の排気ガスがバティキュレートフィルタ70をバイパスすることとなる。しかしながら、機関減速時であれば、燃料噴射量が少なく又はフューエルカットされているために、この時にはバティキュレートが殆ど発生せず、多量のバティキュレートが大気中へ放出されることはない。

【0042】また、バティキュレートフィルタへのバティキュレート堆積量が設定量となった時に弁体を切り換えるようにしても良い。バティキュレート堆積量の推定には、例えば、バティキュレート堆積量の増加に伴って増大するバティキュレートフィルタ70の直上流側と直下流側との間の差圧を利用することができ、また、バティキュレート堆積量の増加に伴って低下するバティキュレートフィルタ所定隔壁上の電気抵抗値を利用しても良く、また、バティキュレート堆積量の増加に伴って低下するバティキュレートフィルタ所定隔壁上の光の透過率又は反射率を利用しても良い。また、図8のグラフに基づき、現在の機関運転状態から推定される排出微粒子量Mが現在の機関運転状態から推定されるバティキュレートフィルタの温度を考慮した酸化除去可能微粒子量Gを上回る時の差(M-G)をバティキュレート堆積量として積算するようにしても良い。

【0043】また、排気ガスの空燃比をリッチにすると、すなわち、排気ガス中の酸素濃度を低下させると、

活性酸素放出剤61から外部に活性酸素Oが一気に放出される。この一気に放出された活性酸素Oによって、堆積バティキュレートは酸化され易いものとなって容易に酸化除去される。一方、空燃比がリーンに維持されていると白金Ptの表面が酸素で覆われ、いわゆる白金Ptの酸素被毒が生じる。このような酸素被毒が生じるとNO_xに対する酸化作用が低下するためにNO_xの吸収効率が低下し、斯くして活性酸素放出剤61からの活性酸素放出量が低下する。しかしながら空燃比がリッチにされると白金Pt表面上の酸素が消費されるために酸素被毒が解消され、従って空燃比が再びリッチからリーンに切り換えられるとNO_xに対する酸化作用が強まるためにNO_xの吸収効率が高くなり、斯くして活性酸素放出剤61からの活性酸素放出量が増大する。従って、空燃比がリーンに維持されている時に空燃比を時折リーンからリッチに一時的に切り換えるとその都度白金Ptの酸素被毒が解消されるために空燃比がリーンである時の活性酸素放出量が増大し、斯くしてバティキュレートフィルタ70上におけるバティキュレートの酸化作用を促進することができる。さらに、この酸素被毒の解消は、言わば、還元物質の燃焼であるために、発熱を伴ってバティキュレートフィルタを昇温させる。それにより、バティキュレートフィルタにおける酸化除去可能微粒子量が向上し、さらに、残留及び堆積バティキュレートの酸化除去が容易となる。弁体71aによってバティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを切り換えた直後に排気ガスの空燃比をリッチにすれば、バティキュレートが残留していないバティキュレートフィルタ隔壁における他方の捕集面では、一方の捕集面に比較して活性酸素を放出し易いために、さらに多量に放出される活性酸素によって、一方の捕集面の残留バティキュレートをさらに確実に酸化除去することができる。もちろん、弁体71aの切り換えとは無関係に時折排気ガスの空燃比をリッチにしても良く、それにより、バティキュレートフィルタへバティキュレートが残留及び堆積し難くなる。

【0044】排気ガスの空燃比をリッチにする方法としては、例えば、低温燃焼、すなわち、燃焼室内の不活性ガス量を増大していくと煤の発生量が次第に増大してピークに達する内燃機関において、煤の発生量がピークとなる不活性ガス量よりも燃焼室内の不活性ガス量を多くすることによって燃焼室内における燃焼時の燃料及びその周囲のガス温度を煤が生成される温度よりも低い温度に抑制し、それにより燃焼室内において煤が生成されるのを抑制する燃焼(特許第3116876号参照)を実施すれば良い。また、単に燃焼空燃比をリッチにしても良い。また、圧縮行程での通常の主燃料噴射に加えて、機関燃料噴射弁によって排気行程又は膨張行程において気筒内に燃料を噴射(ポスト噴射)しても良く、又は、吸気行程において気筒内に燃料を噴射(ビゴム噴射)しても良い。もちろん、ポスト噴射又はビゴム噴射は、主

燃料噴射との間に必ずしもインターバルを設ける必要はない。また、機関排気系に燃料を供給することも可能である。

【0045】こうして、パティキュレートフィルタ70に前述の活性酸素放出剤を担持させることにより、パティキュレートフィルタに70において、捕集パティキュレートを酸化除去させることができると共に、大気中へ放出させることが好ましくない排気ガス中の NO_x も吸蔵することができる。ところで、活性酸素放出剤の NO_x 吸収能力には限度がある。もし、活性酸素放出剤の NO_x 吸収能力が飽和すれば、排気ガス中の新たな NO_x を吸蔵することができなくなり、 NO_x を良好に浄化することができなくなる。それにより、活性酸素放出剤の NO_x 吸収能力が飽和する以前に活性酸素放出剤から NO_x を放出させる必要がある。すなわち、パティキュレートフィルタ70に吸収されている NO_x 量が NO_x 貯蔵可能量に達する以前に、 NO_x を放出させ還元浄化する再生の必要がある。こうして、 NO_x を一気に放出させれば同時に多量の活性酸素も放出されるために、これは捕集パティキュレートの酸化除去にも有利である。

【0046】この再生を実施するためには、パティキュレートフィルタ70に吸収されている NO_x 量を推定する必要がある。前述の内燃機関は、低負荷側において低温燃焼を実施し、高負荷側で通常燃焼を実施するものであるために、本実施例では、低温燃焼が行われているときの単位時間当りの NO_x 吸収量Aを要求負荷L及び機関回転数Nの関数としてマップの形で予め求めておき、通常燃焼が行われているときの単位時間当りの NO_x 吸収量Bを要求負荷L及び機関回転数Nの関数としてマップの形で予め求めておき、これら単位時間当りの NO_x 吸収量A、Bを積算することによってパティキュレートフィルタに吸収されている NO_x 量を推定するようにしている。ここで、低温燃焼が行われているときの単位時間当りの NO_x 吸収量Aは、もちろん、低温燃焼がリッチ空燃比で行われる時には NO_x は放出されることとなるために、マイナス値となる。本実施例ではこの NO_x 吸収量が予め定められた許容値を越えたときにパティキュレートフィルタを再生するために、理論空燃比又はリッチ空燃比での低温燃焼を実施するか、又は、膨張行程や排気行程で気筒内へ燃料を噴射するなどして、パティキュレートフィルタ70の近傍雰囲気を実理論空燃比又リッチ空燃比とし、少なくとも再生が完了するまでの時間（近傍雰囲気の空燃比が小さいほど短くなる）だけこの状態を維持するようになっている。

【0047】本実施例において、前述したように、第二接続部72bには燃料供給装置75が配置されているために、パティキュレートフィルタ70を再生するために、この燃料供給装置75から燃料を噴射するようにしても良い。この場合において、図12に示すように、弁体71aは、開放位置から僅かに第二遮断位置側へ回動

された位置とされる。それにより、切換部71内は弁体71aによって遮断されることはなく、大部分の排気ガスはパティキュレートフィルタ70をバイパスすることとなるが、一部の排気ガスが第二接続部72bへ流入する。この僅かな量の排気ガスに向けて燃料供給装置75から燃料が噴射され、噴射燃料は、この排気ガスと共にパティキュレートフィルタ70へ流入し、それほど多量の燃料を供給しなくても活性酸素放出剤の近傍雰囲気を十分にリッチ空燃比にすることができる。それにより、パティキュレートフィルタ70から NO_x が放出され、放出された NO_x は燃料によって還元浄化される。燃料供給装置75は、噴射燃料全てがパティキュレートフィルタ70内において活性酸素放出剤の近傍雰囲気をリッチ空燃比とするのに使用されるように、第二接続部72bの内壁へ付着しないように燃料を噴射することが好ましい。また、パティキュレートフィルタ70の再生時において、弁体71aを開放位置としてパティキュレートフィルタ70へ排気ガスが流入しないようにして、燃料供給装置75から噴射される燃料が自身慣性力によってパティキュレートフィルタへ供給されるようにしても良い。

【0048】もし、弁体71aを第二遮断位置としてパティキュレートフィルタ70へ燃料を供給すると、パティキュレートフィルタ70を多量の排気ガスが通過することとなり、燃料はこの多量の排気ガスと共に単にパティキュレートフィルタを通過し易い。こうして、多量の燃料を供給しない限りパティキュレートフィルタ70の近傍雰囲気をリッチ空燃比してパティキュレートフィルタ70を再生することはできず、燃料消費が増大するだけでなく、パティキュレートフィルタ70を単に通過した燃料が大気中へ放出され、排気エミッションを悪化させることとなってしまう。

【0049】ところで、活性酸素放出剤には、前述したように、排気ガス中の NO_x だけでなく SO_x も吸蔵される。 SO_x は、硫酸塩の形で吸収されており、この硫酸塩も硝酸塩と同様なメカニズムによって活性酸素を放出可能であるが、硫酸塩は、安定な物質であるために、近傍雰囲気をリッチ空燃比としてもパティキュレートフィルタから放出され難く、実際には、パティキュレートフィルタに残留して、吸蔵量が徐々に増加する。パティキュレートフィルタへの硝酸塩又は硫酸塩の吸蔵可能量は有限であり、パティキュレートフィルタにおける硫酸塩の吸蔵量が増加すれば（以下、 SO_x 被毒と称する）、その分、硝酸塩の吸蔵可能量が減少し、遂には、全く NO_x を吸収することができなくなる。こうして、パティキュレートフィルタ70が NO_x を吸収することができなくなれば、 NO_x 浄化にとって問題となる。

【0050】それにより、本実施例では、逆転手段、すなわち、切換部71の上流側に位置する排気管18に SO_x 捕集装置74が配置され、パティキュレートフィル

タ70の常に上流側となる位置で排気ガス中のSO_xを捕集してパティキュレートフィルタ70のSO_x被毒を防止しようとしている。

【0051】SO_x捕集装置74は、例えば、ハニカム構造の担体にSO_x吸収剤と好ましくは貴金属触媒等の酸化触媒とを担持したものであり、SO_x吸収剤としては、前述の活性酸素放出剤と同様な物質が利用可能であり、特に、バリウムBa及びリチウムLiを使用することが好ましい。これらSO_x吸収剤は前述同様なメカニズムでSO_xを吸収する。もちろん、SO_x捕集装置74

においても、SO_xの吸蔵可能量は有限であり、これが飽和する以前にSO_xを放出させなければならない。

【0052】SO_x捕集装置74においてSO_x吸収量が增加して、これが所定値に達すれば、SO_xを放出させるSO_x被毒回復を実施しなければならない。この回復時期の判断には、これまでに消費した燃料を積算して、この積算燃料量が設定量に達した時にSO_x被毒の回復時期と判断することができる。

【0053】SO_x被毒の回復時期である時には、燃焼空燃比をリーンとして、排気ガス中には比較的多くの酸素が含まれているようにすると共に、前述の低温燃焼によって排気ガス中にH₂C及びCO等の還元物質が多く含まれるようにするか又は膨張行程や排気行程での気筒内燃料噴射をするか又はSO_x捕集装置74の上流側において機関排気系へ燃料を噴射する等して、SO_x捕集装置74へ十分な酸素と未燃燃料等の還元物質とを供給し、SO_x捕集装置の有する酸化能力によって還元物質を十分に燃焼させる。

【0054】こうして、SO_x捕集装置を600°C程度に昇温させると、安定な硫酸塩は、近傍雰囲気を理論空燃比又はリッチ空燃比として酸素濃度を低下させることにより、SO_xとして放出させることができる。また、SO_x吸収剤として、リチウムLiを使用すれば、600°Cよりかなり低い温度でもSO_xを放出させることができる。SO_x捕集装置を700°C以上に昇温すると、担持させた白金Pt等の酸化触媒がシンタリングを起こして機能低下するために、SO_x捕集装置74の直下流側の排気温度等を監視して、これが起こらないようにすることが好ましい。このSO_x捕集装置74のSO_x被毒回復処理中には、切換部71において弁体71aは開放位置とされており、SO_x捕集装置から放出されたSO_xは、パティキュレートフィルタ70をバイパスしてパティキュレートフィルタ70の活性酸素放出剤に吸収されることはない。SO_x捕集装置を高温にして近傍雰囲気を一定時間リッチ空燃比とすると、SO_x被毒回復処理は完了したと判断することができ、燃焼空燃比は通常運転に適した空燃比に戻される。

【0055】ところで、排気ガス中には可溶有機成分SOFが含まれ、このSOFは、粘着性を有し、パティキュレートフィルタ上でパティキュレート同士を付着させ

大きな塊に成長させる。これは、パティキュレートフィルタにおいて、パティキュレートを酸化除去させ難くしてパティキュレートフィルタの目詰まりを促進する。それにより、SO_x捕集装置が酸化機能を有する触媒を担持していれば、パティキュレートフィルタの上流側で排気ガス中のSOFを焼失させ、SOFによるパティキュレートフィルタの目詰まりの促進を防止することができる。

【0056】前述したように、パティキュレートフィルタ70の排気上流側と排気下流側とを逆転すれば、パティキュレートフィルタ70において捕集パティキュレートを酸化除去させ易くなるが、これは本発明を限定するものではない。例えば、前述した低温燃焼の運転領域を拡大する等して、気筒内から排出される単位時間当たりのパティキュレート排出量がパティキュレートフィルタの温度に基づく単位時間当たりの酸化除去可能微粒子量を上回らないように機関運転を制御すれば、又は、パティキュレートフィルタへ流入する単位時間当たりのパティキュレート量がパティキュレートフィルタの温度に基づく単位時間当たりの酸化除去可能微粒子量を上回らないように必要に応じて排気ガスがパティキュレートフィルタをバイパスするようにすれば、逆転手段を有しなくても捕集パティキュレートの良好な酸化除去が可能となる。

【0057】しかしながら、パティキュレートフィルタ70のS被毒を抑制するためにSO_x捕集装置74が設けられているために、SO_x捕集装置からSO_xを放出させる際には、パティキュレートフィルタ70へ多量のSO_xが流入することを防止しなければならない、本発明において、多量のSO_xを含む排気ガスがパティキュレートフィルタ70をバイパスするためのバイパス手段は必要である。もちろん、バイパス手段は、前述のように逆転手段と一体としても良いが、パティキュレートフィルタが位置する排気通路から排気ガス分岐部を介してパティキュレートフィルタの上流側において分岐し、排気通路へ排気ガス合流部を介してパティキュレートフィルタの下流側において合流する一般的なバイパス通路を有するものでも良い。

【0058】ところで、特に大型車両等を減速させるために、通常のブレーキ装置に加えて、エンジンブレーキを発生させる排気ブレーキが使用される。排気ブレーキは、排気絞り弁により機関排気系を絞って排気抵抗を増大させ、エンジンブレーキを発生させるものである。こうして、排気ブレーキを具備する内燃機関では、機関排気系に排気絞り弁を配置しなければならない。本実施例では、前述したように、SO_x捕集装置74と、切換部71の排気管18側開口、すなわち、バイパス通路の排気ガス分岐部との間に、排気絞り弁76が配置されている。

【0059】排気絞り弁76は、排気絞り弁76から上

流側の機関排気系の容積を小さくするように配置することが好ましく、例えば、比較的大きな容積を有するパティキュレートフィルタ70の下流側に配置すると、排気絞り弁76によって排気通路を閉鎖又は絞っても排気絞り弁76上流側全体の圧力が高まって実際にエンジンプレーキが発生するまでに比較的長い時間が必要となってしまう。本実施例では、パティキュレートフィルタ70の上流側、すなわち、バイパス通路の排気ガス分岐部より上流側に排気絞り弁76を配置するようにしたために、排気絞り弁上流側の排気系容積は比較的小さく、排気絞り弁によって排気通路を閉鎖又は絞れば、比較的短い時間でエンジンプレーキを発生させることができる。

【0060】ところで、SO_x捕集装置74においてSO_xは主に排気上流部で捕集され、SO_x捕集装置74の排気上流部が主にS被毒する。それにより、SO_x捕集装置74においてS被毒回復処理を実施する際には、排気上流部が所望温度となるようにSO_x捕集装置74を昇温しなければならない。この昇温は、前述したように酸素及び還元物質をSO_x捕集装置74へ供給してSO_x捕集装置の有する酸化能力によって還元物質を燃焼させることによって行われる。この燃焼も主にはSO_x捕集装置の排気上流部において引き起こされるが、この時に、SO_x捕集装置74を通過する排気ガス量が多いと、この燃焼熱の多くは直ぐに多量の排気ガス流によって下流側に移動し、排気下流部を加熱した後排気下流部から排出されてしまう。こうして、SO_x捕集装置74の排気下流部は比較的良好に昇温されるが、排気上流部はあまり昇温されない。

【0061】それにより、S被毒しているSO_x捕集装置74の排気上流部を所望温度へ昇温するためには、排気ガス流に奪われる燃焼熱を考慮して、さらに多量の燃焼熱が発生するように未燃燃料等の還元物質を多量のSO_x捕集装置74へ供給しなければならない。こうして、一般的に、SO_x捕集装置74を所望温度に昇温するためには、容量の大きなパティキュレートフィルタ70を昇温する場合に比較して消費エネルギーを少なくすることができるが、依然として比較的多くのエネルギーが必要となる。本実施例では、この消費エネルギーを低減するために、SO_x捕集装置74の下流側に配置した排気ブレーキのための排気絞り弁76を開弁側に作動させ、SO_x捕集装置のS被毒回復処理においてSO_x捕集装置を通過する排気ガス量を減少させるようになっている。

【0062】それにより、それほど多量の還元物質をSO_x捕集装置74へ供給しなくてもこれら還元物質は主にSO_x捕集装置74の排気上流部において燃焼し、この燃焼熱は、あまり排気ガス流によって奪われることなく、排気上流部を良好に加熱する。また、一部の還元物質は排気下流部に達して燃焼し、排気ガス流によって排気上流部から排気下流部へ移動する熱もあるために、SO_x捕集装置74の排気下流部も所望温度に加熱され

る。また、SO_x捕集装置を通過する排気ガス量が少ないと、排気ガス流によってSO_x捕集装置から排出される燃焼熱も少なくなって、還元物質の燃焼熱をSO_x捕集装置の昇温に効果的に利用することができる。こうして、比較的少ない還元物質を使用してSO_x捕集装置全体を所望温度に昇温することが可能となり、SO_x捕集装置を昇温するためのエネルギー消費を低減することができる。SO_x捕集装置の排気上流部を電気ヒータ等によって加熱する場合においても、SO_x捕集装置74を通過する排気ガス量を減少させれば、排気ガス流によってSO_x捕集装置から排出される熱量が少なくなるために消費エネルギーを低減することができる。

【0063】このように、本実施例では、排気ブレーキとして配置した排気絞り弁76をSO_x捕集装置のS被毒回復処理においては昇温エネルギーの低減に利用できるようになっている。SO_x捕集装置74のS被毒回復処理を実施する時が機関減速時であれば、排気絞り弁76によって排気通路をほぼ閉鎖することによって、大きなエンジンプレーキを発生させることができると共に、SO_x捕集装置74での還元物質の燃焼熱はSO_x捕集装置74から殆ど排出されることはなく、非常に効果的にSO_x捕集装置74を昇温させることができる。この場合においては、排気ガス流によって還元物質をSO_x捕集装置74へ供給することは難しく、SO_x捕集装置74へ直接的に燃料等の還元物質を供給するための燃料供給装置を設けることが好ましい。機関減速時以外においてSO_x捕集装置74のS被毒回復処理を実施する時には、排気絞り弁76によって排気通路をほぼ閉鎖することは機関運転にとって好ましくなく、排気絞り弁74を開弁側に作動させてSO_x捕集装置を通過する排気ガス量を機関運転に悪影響しない範囲で減少させることが好ましい。

【0064】前述したように、SO_x捕集装置74のS被毒回復処理を実施している時には、SO_x捕集装置74から放出されたSO_xによってパティキュレートフィルタ70がS被毒しないように、排気ガスがパティキュレートフィルタをバイパスするようにする。すなわち、この時には、排気ガスがパティキュレートフィルタ70を殆ど通過しない。それにより、この時にパティキュレートフィルタ70において燃料供給装置75を使用して前述したようにNO_xを放出させる再生処理を実施すれば、パティキュレートフィルタ70の再生のためだけに弁体71aを開放位置近傍とする機会が減少し、それにより、弁体71a及びそのアクチュエータの寿命低下を防止することができる。

【0065】こうして、SO_x捕集装置74のSO_x被毒回復処理中にパティキュレートフィルタ70のNO_x再生処理を実施する場合に、弁体71aを開放位置とすると、排気ガスは殆どパティキュレートフィルタ70へ流入しないために、燃料供給装置75は、排気ガス流を利

用することなく、噴射燃料の自身慣性力等によって直接的に燃料をバティキュレートフィルタ70へ供給しなければならない。一方、この場合において図28に示すように弁体71aを第二遮断位置側へ僅かに回動させれば、僅かな量の排気ガスがバティキュレートフィルタ70へ流入するようになり、この排気ガスによって燃料供給装置75から噴射された燃料をバティキュレートフィルタへ導くことが可能となる。この時において、 SO_x 捕集装置74から放出された SO_x がバティキュレートフィルタへ流入することとなるが、この僅かな量の排気ガス中に含まれる SO_x は微量であり、それほど問題とはならない。

【0066】こうして、本実施例では、 SO_x 捕集装置74のS被毒回復時期において、 SO_x を放出させる際に、排気絞り弁76を閉弁方向に作動して SO_x 捕集装置74を通過する排気ガス量を減少させると共に、弁体71aを開放位置とし又は開放位置から僅かに第二遮断位置側へ回動させて、主に排気ガスがバティキュレートフィルタをバイパスするようにし、バティキュレートフィルタ70から NO_x を放出させるようになっている。また、車両減速時においては、エンジンブレーキを発生させるために排気絞り弁76によってほぼ排気通路を閉鎖することとなるために、この時に、 SO_x 捕集装置74を良好に昇温して SO_x を放出させ、それにより、弁体71aを開放位置とし又は開放位置から僅かに第二遮断位置側へ回動させて、放出した SO_x が主にバティキュレートフィルタをバイパスするようにし、それと同時に、バティキュレートフィルタ70の再生を実施して NO_x を放出させるようにしても良い。もちろん、車両減速毎に SO_x 捕集装置のS被毒回復及びバティキュレートフィルタの NO_x 再生を実施する必要はなく、車両減速から車両減速までの時間が短ければ、 SO_x 捕集装置のS被毒回復及びバティキュレートフィルタの NO_x 再生を実施しなくても良い。

【0067】本実施例では、排気絞り弁76を SO_x 捕集装置74の下流側で、切換部71の排気管18側開口、すなわち、切換部71の上流側開口の直上流側に配置している。それにより、前述したように、排気絞り弁76を SO_x 捕集装置の昇温エネルギーの低減に利用することができると共に、排気絞り弁76と切換部71とが近接するために、例えば、排気絞り弁76と切換部71内の弁体71aとのアクチュエータが共に負圧を利用するものである場合には、これら二つのアクチュエータの負圧タンクを共用とすることができる。

【0068】ところで、排気ガス中のカルシウムCaは SO_3 が存在すると、硫酸カルシウム CaSO_4 を生成する。この硫酸カルシウム CaSO_4 は、酸化除去され難く、バティキュレートフィルタ上にアッシュとして残留することとなる。従って、硫酸カルシウムの残留によるバティキュレートフィルタの目詰まりを防止するために

は、活性酸素放出剤61としてカルシウムCaよりもイオン化傾向の高いアルカリ金属又はアルカリ土類金属、例えばカリウムKを用いることが好ましく、それにより、活性酸素放出剤61内に拡散する SO_3 はカリウムKと結合して硫酸カリウム K_2SO_4 を形成し、カルシウムCaは SO_3 と結合することなくバティキュレートフィルタの隔壁を通過する。従ってバティキュレートフィルタがアッシュによって目詰まりすることがなくなる。こうして、前述したように活性酸素放出剤61としてはカルシウムCaよりもイオン化傾向の高いアルカリ金属又はアルカリ土類金属、即ちカリウムK、リチウムLi、セシウムCs、ルビジウムRb、バリウムBa、ストロンチウムSrを用いることが好ましいことになる。

【0069】図13はもう一つの排気浄化装置を示す断面図であり、図14はその側面図である。また、図15は図13と異なる弁体の遮断位置を示す断面図であり、図16は、弁体の開放位置を示す断面図である。本排気浄化装置は、中央管部材710と、中央管部材710を取り囲むカバー部材720とを有している。中央管部材710の上流側端部は排気マニホールド17の下流側に排気管18を介して接続され、下流側端部はマフラ等を介して排気ガスを大気中へ放出するための下流排気管740に接続されている。排気管18には、図2及び3に示す排気浄化装置と同様な SO_x 捕集装置74が配置され、 SO_x 捕集装置74の下流側に排気絞り弁76が配置されている。中央管部材710は、弁体710aが配置された上流部分710bと、上流部分710bの直下流側に位置する中流部分710cと、中流部分710cの直下流側に位置する下流部分710dとから構成されている。

【0070】上流部分710bの側面には、対向して第一開口710eと第二開口710fとが形成されている。弁体710aは、負圧アクチュエータ又はステップモータ等によって回動されて上流部分710b内を上流側と下流側との間で遮断する二つの遮断位置とすることができる。図13に示す第一遮断位置においては、上流側と第一開口710eとが連通されると共に下流側と第二開口710fとが連通される。また、図15に示す第二遮断位置においては、上流側と第二開口710fとが連通されると共に下流側と第一開口710eとが連通される。

【0071】中流部分710d内には触媒装置730が配置されている。また、前述同様な長円形断面を有するバティキュレートフィルタ700が外側ケース700aと共に下流部分710dの側面を貫通して配置されている。

【0072】このような構成によって、弁体710aが第一遮断位置とされると、排気ガスは、図13及び図14に矢印で示すように、上流部分710bの上流側から第一開口710eを通り、中央管部材710とカバー部

21

材720との間の空間へ流出し、パティキュレートフィルタ700を通過した後に、第二開口710fを通り再び上流部分710bへ流入する。その後、排気ガスは、中流部分710c内に配置された触媒装置730を通過し、下流部分710d内をパティキュレートフィルタ700の外側ケース700aの回りを通り下流排気管740へ向けて流れる。

【0073】一方、弁体710aが第二遮断位置とされると、排気ガスは、図15に示すように、上流部分710bの上流側から第二開口710fを通り、中央管部材710とカバー部材720との間の空間へ流出し、パティキュレートフィルタ700を第一遮断位置とは逆方向に通過した後に、第一開口710eを通り再び上流部分710bへ流入する。その後は、第一遮断位置と同様に、排気ガスは、中流部分710c内に配置された触媒装置730を通過し、下流部分710d内をパティキュレートフィルタ700の外側ケース700aの回りを通り下流排気管740へ向けて流れる。

【0074】また、図16に示すように、弁体710aは、第一遮断位置と第二遮断位置との間の開放位置とすることも可能である。この開放位置においては、中央管部材710の上流部分710bは解放されるために、排気ガスは、図16に矢印で示すように、カバー部材720と中央管部材710との間の空間へ流出することなく、すなわち、パティキュレートフィルタ700を通過することなく、直接的に中流部分710c内の触媒装置730へ流入する。

【0075】このような構成により、図2及び3に示した排気浄化装置と同様に、上流側部分710は切換部となり、弁体710aを第一遮断位置及び第二遮断位置の一方から他方へ切り換えることによりパティキュレートフィルタ700の排気上流側と排気下流側とを逆転することが可能となると共に、弁体710aを開放位置とすれば、排気ガスがパティキュレートフィルタ700をバイパスすることができ、また、弁体710aを開放位置から僅かに第二遮断位置側へ回動させることにより、僅かな排気ガスだけをパティキュレートフィルタ700へ流入させることができる。

【0076】本排気浄化装置においても、パティキュレートフィルタ700には、前述同様な活性炭素放出剤が担持されている。また、図2及び図3に示す排気浄化装置の第二接続部に相当するカバー部材720の第二開口710f近傍には前述同様な燃料供給装置75が配置されている。本排気浄化装置においても、前述の弁体700a、燃料供給装置75、及び排気絞り弁76等の前述同様な制御によって前述同様な効果を得ることができる。

【0077】さらに、本排気浄化装置では、排気ガスが、パティキュレートフィルタ700をバイパスしても、パティキュレートフィルタ700をいずれの方向に

22

通過した後も、必ず触媒装置730を通過する。この触媒装置730が酸化触媒を担持していれば、触媒装置730を通過する排気ガス中のHC及びCO等の還元物質を浄化することができ、特に、燃料供給装置75から供給された燃料の一部が、パティキュレートフィルタを単に通過したとしても、この燃料を良好に浄化することができる。また、触媒装置730における還元物質の浄化は、還元物質の燃焼であり、この燃焼熱によって触媒装置730を通過する排気ガスが加熱される。こうして比較的高温度の排気ガスが、図14に示すように、パティキュレートフィルタ700の周囲を通過するために、パティキュレートフィルタ700は加熱され、パティキュレートフィルタの酸化除去可能微粒子量が高められる。

【0078】パティキュレートフィルタに、S被毒する活性炭素放出剤に加えて、活性炭素放出剤としてセリアを担持することも可能である。セリアは、排気ガス中の酸素濃度が高いと酸素を吸収し、排気ガス中の酸素濃度が低下すると活性炭素を放出するものであるために、パティキュレートの酸化除去のために、排気ガス中の空燃比を定期的又は不定期にリッチにする必要がある。セリアに代えて、鉄又は錫を使用しても良い。

【0079】図17はもう一つの排気浄化装置を示す平面図である。本排気浄化装置には、パティキュレートフィルタ70'の排気上流側と排気下流側とを逆転するための逆転手段は設けられおらず、パティキュレートフィルタ70'が配置された排気通路77には、パティキュレートフィルタ70'をバイパスするバイパス通路78が、排気ガス分岐部Aと排気ガス合流部Bを介して接続されている。パティキュレートフィルタ70'は、円形断面を有することを除き図6に示したパティキュレートフィルタ70と同様な構成を有している。本排気浄化装置においても、パティキュレートフィルタ70'の上流側には前述同様なSO_x捕集装置74が設けられ、SO_x捕集装置74とバイパス通路78の排気ガス分岐部Aとの間には前述同様な排気絞り弁76が配置され、また、パティキュレートフィルタ70'が位置する排気通路77において排気ガス分岐部Aの下流側には、パティキュレートフィルタ70'へ燃料を供給するための前述同様な燃料供給装置75が配置されている。

【0080】バイパス通路77の排気ガス分岐部Aには弁体79が配置され、通常時は、弁体79を第一位置としてバイパス通路78を閉鎖することにより、排気ガスがパティキュレートフィルタ70'を通過するようにする。一方、SO_x捕集装置74からSO_xを放出する時等には、弁体79を第二位置として排気通路77を閉鎖することにより、排気ガスがバイパス通路78を通過するようにする。弁体79は、図17に示すように第二位置から僅かに第一位置側へ回動させることにより、大部分の排気ガスがパティキュレートフィルタ70'をバイパ

スするようにして、一部の排気ガスだけがパティキュレートフィルタ70'を通過するようにすることも可能である。

【0081】本排気浄化装置においても、排気絞り弁76と弁体79は近接して配置されるために、いずれもが負圧アクチュエータにより作動される場合には、負圧タンクを共用することができる。また、弁体79、燃料供給装置75、及び排気絞り弁76等を前述同様に制御すれば、前述同様な効果を得ることができる。

【0082】本実施例のディーゼルエンジンは、低温燃焼と通常燃焼とを切り換えて実施するものとしたが、これは本発明を限定するものではなく、もちろん、通常燃焼のみを実施するディーゼルエンジン、又はパティキュレート及び NO_x を排出するガソリンエンジンにも本発明は適用可能である。

【0083】

【発明の効果】このように、本発明による内燃機関の排気浄化装置によれば、S被毒可能な活性酸素放出剤を担持するパティキュレートフィルタと、パティキュレートフィルタの上流側に配置された SO_x 捕集手段と、 SO_x 捕集手段から SO_x を放出させる際には排気ガスが主にパティキュレートフィルタをバイパスするようにするバイパス手段とを具備する内燃機関の排気浄化装置において、排気ブレーキのための排気絞り弁を SO_x 捕集手段とバイパス手段の排気ガス分岐部との間に配置するようになっている。それにより、排気絞り弁の上流側における機関排気系の容積は、容量の大きなパティキュレートフィルタを含むことはないために、比較的小さくなり、車両減速時において排気絞り弁によって機関排気系を絞れば、上流側の圧力は直ぐに上昇してエンジンプレーキを発生させることができる。また、 SO_x を放出させるために SO_x 捕集手段を昇温させる際に、排気絞り弁を使用して SO_x 捕集手段を通過する排気ガス量を減少させることができ、それにより、昇温時において SO_x 捕集手段から排気ガスによって排出される熱量が減少するために、 SO_x 捕集手段を所望温度へ昇温する際に必要な消費エネルギーを低減することができる。さらに、バイパス手段の弁体が排気ガス分岐部に設けられている場合には、この弁体と排気絞り弁とを近接して配置することができ、それぞれのアクチュエータが、例えば、負圧を利用するものであるならば、負圧タンクを二つのアクチ

ュエータで共用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による排気浄化装置を備えるディーゼルエンジンの概略縦断面図である。

【図2】機関排気系における切換部及びパティキュレートフィルタ近傍の平面図である。

【図3】図2の側面図である。

【図4】切換部内の弁体の図2とは異なるもう一つの遮断位置を示す図である。

【図5】切換部内の弁体の開放位置を示す図である。

【図6】パティキュレートフィルタの構造を示す図である。

【図7】パティキュレートの酸化作用を説明するための図である。

【図8】酸化除去可能微粒子量とパティキュレートフィルタの温度との関係を示す図である。

【図9】パティキュレートの堆積作用を説明するための図である。

【図10】パティキュレートフィルタへの多量のパティキュレートの堆積を防止するためのフローチャートである。

【図11】パティキュレートフィルタの隔壁の拡大断面図である。

【図12】パティキュレートフィルタから NO_x を放出させる際の切換部内の弁体位置を示す図である。

【図13】機関排気系における図2とは異なる切換部及びパティキュレートフィルタ近傍の断面平面図である。

【図14】図13の側面図である。

【図15】切換部内の弁体の図13とは異なるもう一つの遮断位置を示す図である。

【図16】切換部内の弁体の開放位置を示す図である。

【図17】もう一つの排気浄化装置を示す平面図である。

【符号の説明】

71…切換部

70, 70', 700…パティキュレートフィルタ

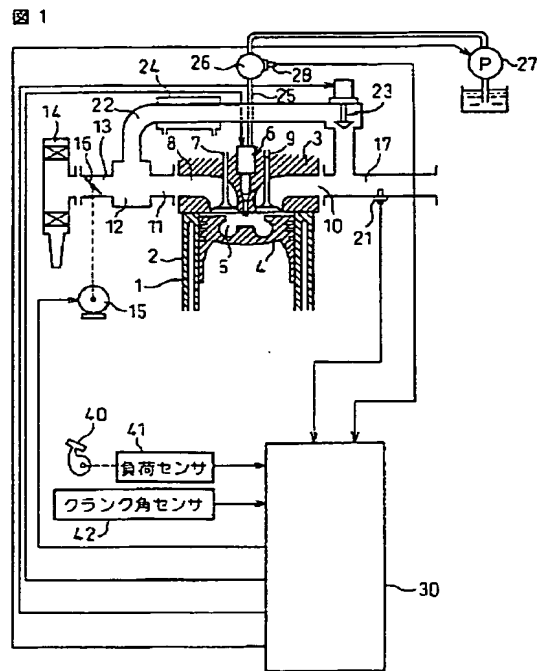
74… SO_x 捕集装置

75…燃料供給装置

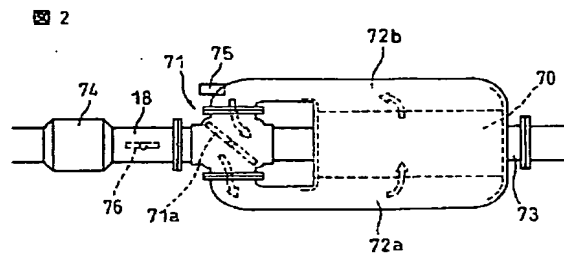
76…排気絞り弁

78…バイパス通路

【図1】



【図2】



【図4】

図4

【図10】

図10

```

graph TD
    Start([スタート]) --> Decision{切り換え時期?}
    Decision -- YES --> Action[弁体切り換え]
    Action --> Stop([ストップ])
    Decision -- NO --> Decision
  
```

【図5】

図5

【図3】

図3

【図8】

図8

酸化除去可能
微粒子量G
(g/sec)

TF (°C)

I

II

【図12】

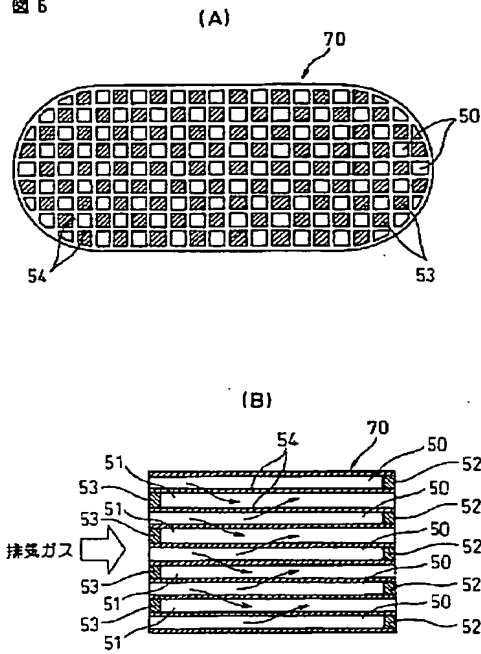
図12

【図15】

図15

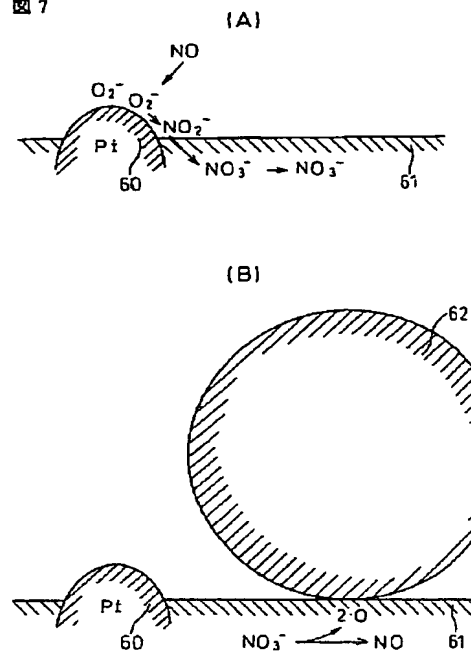
【図6】

図6



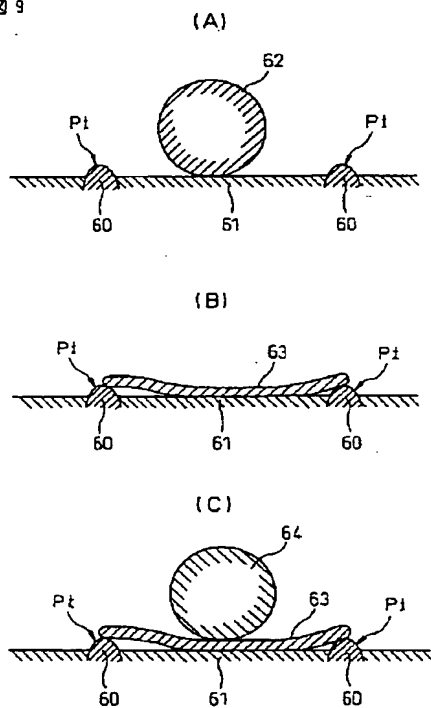
【図7】

図7



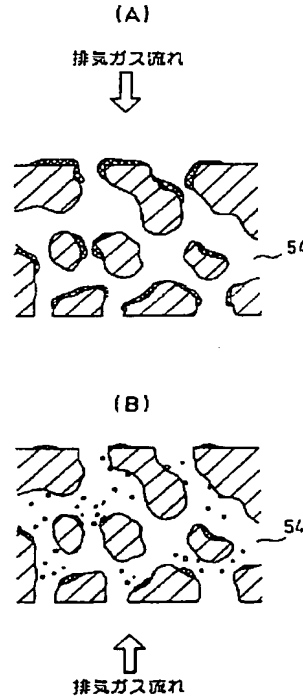
【図9】

図9



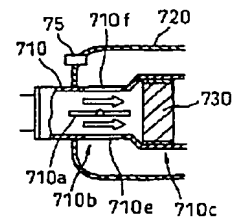
【図11】

図11

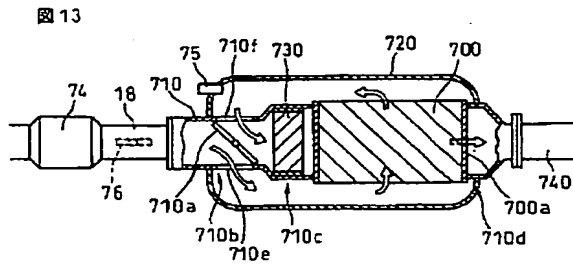


【図16】

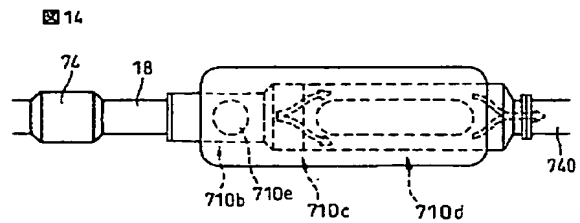
図16



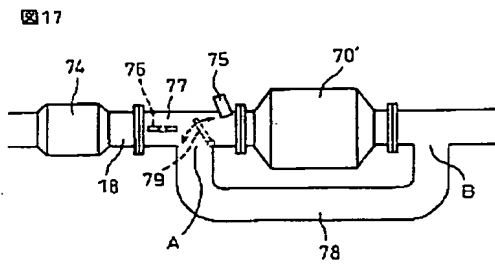
【図13】



【図14】



【図17】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
F 0 1 N	3/10	F 0 1 N	3/10 A
	3/20		3/20 E
	3/24		3/24 E
	3/28		3/28 N
	3/36		3/36 C
F 0 2 D	9/06	F 0 2 D	9/06 Z
// B 0 1 D	46/44	B 0 1 D	46/44

(72)発明者 辺田 良光
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 伊藤 和浩
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 浅沼 孝充
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 木村 光彦
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 利岡 俊祐
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 仲野 泰彰
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 見上 晃
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

F ターム(参考) 3G065 AA01 AA10 CA12 DA04 CA10
GA46
3G090 AA03 BA01 CA00 CA04 CB23
CB24 CB25 DA00 DA10 DA18
DA20 DB07 EA02 EA04 EA06
3G091 AA02 AA11 AA18 AB02 AB04
AB06 AB08 AB09 AB11 AB13
BA00 BA11 BA14 BA15 BA19
CA00 CA12 CA13 EA00 EA01
EA02 EA34 FA19 GA06 GB01W
GB02W GB03W GB04W GB05W
GB06W GB17X HA12 HA15
HA16 HA20 HA23 HB03 HB05
4D058 JA32 MA44 NA01 QA01 QA19
QA23 SA08 TA06